

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-342532

(43)Date of publication of application : 14.12.2001

(51)Int.Cl.

C22C 21/00  
C22F 1/04  
// C22F 1/00

(21)Application number : 2000-165040

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 01.06.2000

(72)Inventor : ONDA TOKINORI  
OGIWARA YOSHIKI  
TANAKA SATORU

(54) ALUMINUM ALLOY PIPING MATERIAL AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an aluminum alloy piping material for automobile heat exchanger, having processability in processing, corrosion resistance and bending processability, as mono-layer bear material not clad steel.

SOLUTION: The aluminum alloy piping material is composed of Si of 0.05 wt.% over and 0.2 wt.% or below, Fe of 0.1 wt.% over and 0.3 wt.% or below, Cu of 0.1 wt.% and 0.3 wt.% or below, Mn of 0.5 wt.% over and 1.0 wt.% or below, Ti of 0.05 wt.% over and 0.30 wt.% or below, Mg of 0.01 wt.% over and 0.3 wt.% or below, and the balance aluminum with inevitable impurities.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-342532

(P2001-342532A)

(43)公開日 平成13年12月14日(2001.12.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
C 2 2 C 21/00		C 2 2 C 21/00	L
C 2 2 F 1/04		C 2 2 F 1/04	B
// C 2 2 F 1/00	6 1 2	1/00	6 1 2
	6 2 6		6 2 6
	6 3 0		6 3 0 K
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-165040(P2000-165040)

(22)出願日 平成12年6月1日(2000.6.1)

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 恩田 時伯

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 荻原 吉章

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72)発明者 田中 哲

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74)代理人 100076439

弁理士 飯田 敏三

(54)【発明の名称】 アルミニウム合金配管材およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 クラッド材ではなく、単層のベア材として、製造の加工性と優れた耐食性および曲げ加工性を具備する自動車用熱交換器のアルミニウム合金配管材を得ることを目的とする。

【解決手段】 0.05wt%を越え0.2wt%以下のSi、0.1wt%を越え0.3wt%以下のFe、0.1wt%を越え0.3wt%以下のCu、0.5wt%を越え1.0wt%以下のMn、0.05wt%を越え0.30wt%以下のTi、0.01wt%を越え0.3wt%以下のMgを含有し、残部がアルミニウムと不可避免的不純物からなるアルミニウム合金配管材。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 0.05wt%を越え0.2wt%以下のSi、0.1wt%を越え0.3wt%以下のFe、0.1wt%を越え0.3wt%以下のCu、0.5wt%を越え1.0wt%以下のMn、0.05wt%を越え0.30wt%以下のTi、0.01wt%を越え0.3wt%以下のMgを含有し、残部がアルミニウムと不可避免の不純物からなるアルミニウム合金配管材。

【請求項2】 0.05wt%を越え0.2wt%以下のSi、0.1wt%を越え0.3wt%以下のFe、0.1wt%を越え0.3wt%以下のCu、0.5wt%を越え1.0wt%以下のMn、0.05wt%を越え0.30wt%以下のTi、0.01wt%を越え0.3wt%以下のMgを含有し、さらに0.1wt%を越え0.5wt%以下のZnを含有し、残部がアルミニウムと不可避免の不純物からなるアルミニウム合金配管材。

【請求項3】 請求項1又は2に記載のアルミニウム合金鑄塊を熱間押し出して、押し出し素管とし、ドロワーベンチ方式抽伸加工または連続抽伸加工と時効析出処理でアルミニウム合金管材を製造するに当り、焼鈍処理を330℃を越え450℃以下の温度で1～10時間加熱し、冷却速度を100℃/時間以上の条件で行うことを特徴とするアルミニウム合金配管材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車および各種産業用の熱交換器に用いられるアルミニウム合金のうち、特に耐食性に優れた自動車の熱交換器用アルミニウム合金配管材に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 従来は、この種の熱交換器の配管などの材料として、JIS1000系合金、JIS3000系合金、JIS6000系合金などが良く使われている。例えば、JIS6000系合金として、特公昭61-36577号公報には、Mgを0.35～1.5wt%、Siを0.2～0.8wt%、Znを0.1～0.3wt%を含有し、さらにSnを0.02～0.1wt%、Cuを0.15～0.4wt%含有することを特徴とする耐粒界腐食性および耐孔食性に優れたアルミニウム合金が開示されている。また、現在高耐食性の配管材料としてはJIS3000系の合金を芯材としてJIS7072合金などで管の内外面または片面をクラッドしたものが一般的となっている。このように、従来の自動車用配管材には、強度、加工性、溶接性、耐食性に優れたJIS3003合金などが使われているが、過酷な条件下では耐食性が不足する場合がある。そこで、耐食性の面からは上記のように単層でなく、JIS3003合金などの芯材にJIS7072合金などで内外面または片面をクラッドした

ものが一般的となっているが、製造コストが高いという問題点があった。そこで、クラッドすることなく、単層でJIS3003合金よりも耐食性が良い材料の開発が必要とされてきた。また配管材については、それを製造する際の押し出し加工や熱交換器を組み立てる際に曲げ加工などの上で良好な成形性、加工性を有することが要求されることは言うまでもないことである。しかし、従来の配管材は耐食性と成形性及び加工性を同時に具備するという点で必ずしも十分とは言えない。

## 【0003】

【課題を解決するための手段】 本発明の上記課題は下記的手段によって達成された。すなわち本発明は、(1) 0.05wt%を越え0.2wt%以下のSi、0.1wt%を越え0.3wt%以下のFe、0.1wt%を越え0.3wt%以下のCu、0.5wt%を越え1.0wt%以下のMn、0.05wt%を越え0.30wt%以下のTi、0.01wt%を越え0.3wt%以下のMgを含有し、残部がアルミニウムと不可避免の不純物からなるアルミニウム合金配管材、(2) 0.05wt%を越え0.2wt%以下のSi、0.1wt%を越え0.3wt%以下のFe、0.1wt%を越え0.3wt%以下のCu、0.5wt%を越え1.0wt%以下のMn、0.05wt%を越え0.30wt%以下のTi、0.01wt%を越え0.3wt%以下のMgを含有し、さらに0.1wt%を越え0.5wt%以下のZnを含有し、残部がアルミニウムと不可避免の不純物からなるアルミニウム合金配管材、及び(3) (1)又は(2)項に記載のアルミニウム合金鑄塊を熱間押し出して、押し出し素管とし、ドロワーベンチ方式抽伸加工または連続抽伸加工と時効析出処理でアルミニウム合金管材を製造するに当り、焼鈍処理を330℃を越え450℃以下の温度で1～10時間加熱し、冷却速度を100℃/時間以上の条件で行うことを特徴とするアルミニウム合金配管材の製造方法を提供するものである。

## 【0004】

【発明の実施の形態】 以下に本発明のアルミニウム合金配管材の合金元素について説明する。

【0005】 Si ; SiはMgとともに人工時効処理により極めて微細な金属間化合物 $Mg_2Si$ を形成し強度向上に寄与する。Siの含有量を0.05wt%を越え、0.2wt%以下のSiとした理由は、0.05wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.2wt%を越えると複数回の抽伸加工を行う際に素管の加工硬化が大きくなり、抽伸加工の途中で中間焼鈍を施す必要が生じ、生産性が悪化するためである。Siの含有量は好ましくは0.05～0.1wt%である。

【0006】 Fe ; Feは材料に固溶、またはAl-Fe系の金属間化合物を析出し強度向上に寄与する。その添加量が0.1wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.3wt%を越えるとAl-Fe系の金属間化合

物が多くなり、成形加工時に割れの起点となるためである。Feの含有量は好ましくは0.1～0.25wt%である。

【0007】Cu；Cuは、材料に固溶し材料強度を向上させる効果と、配管材を高温でろう付けする時などに起きる結晶粒の粗大化を防止する。その添加量が0.1wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.3wt%を越えると粗大な化合物が晶出し加工性が低下すること、耐食性が劣ってしまうことである。Cuの含有量は好ましくは0.05～0.2wt%である。

【0008】Mn；Mnは、材料に固溶し材料強度を向上させる効果を有する。この添加量が0.5wt%未満ではその効果が十分に得られず、1.0wt%を越えると、成形加工性が劣るためである。Mnの含有量は好ましくは0.6～0.8wt%である。

【0009】Ti；Tiは鑄造組織を微細化する効果と、押し出した時に管の管厚方向に成分の濃淡を形成することにより、Tiの濃化部分は貴、その周辺は卑となり、腐食を層状にすることにより、肉厚方向への腐食進行を押さえるために、アルミニウム管材の耐食性を向上させる効果を有する。この添加量が0.05wt%未満ではその効果が十分に得られず、0.30wt%を越えると、Tiの粗大な化合物が生成し、成形加工性を低下させる。Tiの含有量は好ましくは0.01～0.2wt%である。

【0010】Mg；Mgはマトリックスに固溶し、強度を高める効果と、時効析出効果により微細な金属間化合物を析出し強度向上に寄与する。この添加量が0.01wt%未満の場合にはこの効果が無く、0.3wt%を越えると複数回の抽伸加工を行う際に素管の加工硬化が大きくなり、抽伸加工途中で中間焼鈍が必要になり生産性が低下し、また押し出し性や成形加工性（曲げ加工性）が低下するためである。Mgの含有量は好ましくは0.05～0.2wt%である。

【0011】Zn；Znはマトリックスに均一に固溶し、粒界、粒内の電位差を均一にし粒界腐食を防止することにより耐食性を向上させる効果を有する。この添加量が0.1wt%未満では効果が無く、0.5wt%を越えるとZnが過剰となり耐食性を損ねてしまう。Znの含有量は好ましくは0.2～0.4wt%である。

【0012】本発明でいうアルミニウム合金配管材は、前記の組成アルミニウム合金を次の工程によって加工することにより製造することができる。

アルミニウム合金の溶解鑄造→均質化処理→熱間押し出し→ドロベンチ方式抽伸加工または連続抽伸加工→焼鈍

この配管材の加工工程自体は公知のものであるが、その焼鈍処理及びその後の冷却工程に特徴がある。ここで、アルミニウム合金配管材の製造方法として、焼鈍処理条件を330℃を越え、450℃以下の温度で1～10時

間加熱し、冷却速度を100℃/時間以上の条件で行う理由を説明する。焼鈍処理温度が330℃未満の場合には、材料の伸びが低下し、熱交換器に組み付ける場合の曲げ加工性に劣る。また焼鈍処理温度が450℃を越えた場合には、配管材に添加した成分のうち、Al-Mn系の析出物が粒界に析出し、粒界腐食を促進し、耐食性を損ねてしまう。また、このAl-Mn系の析出物が析出する条件は冷却速度も関係し、冷却速度が100℃/時間未満の場合には、粒界に析出する頻度が多くなり、結果として、粒界腐食を促進し、耐食性を損ねてしまう。

【0013】

【実施例】次に、本発明を実施例に基づきさらに詳細に説明する。

(1) アルミニウム合金管材

表1に示す本発明に規定する組成のアルミニウム合金を溶解鑄造して断面円形状の鑄塊とし、この鑄塊を610℃で4時間の均質化処理後、長さ1000mmに切断して押し出しピレットとし、これを510～540℃に再加熱して、外径47mmの素管に熱間押し出しし、その後連続抽伸加工を冷間で複数回行って外径8.0mm、肉厚1.0mmの管材に仕上げた。次いで、360℃、2時間の焼鈍を行い、放冷後試験片を得た。表1に示す、比較組成および従来組成のアルミニウム合金を用い、本発明例合金と同じ方法により、配管材を得た。これらの供試材の配管を市販の水性クーラントに循環試験装置を用いて接続し、88℃、8時間→室温、16時間のサイクル試験を1年間行った。供試材の表面腐食生成物を除去して、材料の腐食状況を評価した。評価は光学顕微鏡により最大孔食深さを焦点深度法にて測定して、その結果を表1に示した。押し出し加工性は、押し出す際の押し出し力と押し出し速度及び十分な形状が得られているかを総合的に判断し、良好と不良で評価した。曲げ加工性は、抽伸、焼鈍後の素管を、実際の曲げ加工で使用される引っ張り曲げ（ストレッチバンド）法により評価した。曲げ条件は曲げ半径30mmφ、曲げ角度60°とした。曲げ加工後に異常の無い管は良好、折れたり肌荒れした管は不良と判断した。

【0014】表1からわかるように、比較例1～6は本発明の規定範囲を逸脱しているために、製品として製造できなかった。すなわち比較例1及び6は抽伸不能であり、比較例2は成形不能（曲げ成形時に割れが生じた）であり、比較例3はCuが本発明例を逸脱しているために、耐食性も劣り、かつ曲げ加工性も不良であった。比較例4、5は耐食性は良好なものの、曲げ加工性不良であり、製品としては不具合が生じた。また、比較例7～9は本発明例の範囲を逸脱しているために、本発明例と比較して耐食性に劣っていた。表1から、本発明例は、比較例、従来例と比較して耐食性が良好なことがわかる。

【0015】

【表1】

表1 試験片の成分および結果		No	Si	Fe	Cu	Mn	Ti	Mg	Zn	Al	最大孔食深さ(mm)	成形性、加工性
本発明例	1	0.2	0.2	0.1	0.5	0.15	0.05	0.01	0.15	0.5	0.15	良好
	2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.07	良好
	3	0.2	0.2	0.1	0.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.06	良好
	4	0.2	0.1	0.1	0.7	0.15	0.01	0.01	0.01	0.1	0.1	良好
	5	0.2	0.1	0.1	0.7	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.08	良好
	6	0.2	0.1	0.1	0.7	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.08	良好
	7	0.2	0.3	0.3	1	0.15	0.05	0.01	0.01	0.3	0.12	良好
	8	0.2	0.3	0.3	1	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.08	良好
	9	0.2	0.3	0.3	1	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.08	良好
	10	0.1	0.3	0.3	0.2	0.15	0.05	0.01	0.01	0.5	0.09	良好
	11	0.1	0.3	0.2	0.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.07	良好
	12	0.1	0.3	0.2	0.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.1	0.13	良好
	13	0.1	0.2	0.3	0.7	0.15	0.05	0.01	0.01	0.3	0.11	良好
	14	0.1	0.2	0.3	0.7	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.1	良好
	15	0.1	0.2	0.3	0.7	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.07	良好
	16	0.1	0.1	0.1	1	0.15	0.05	0.01	0.01	0.5	0.09	良好
	17	0.1	0.1	0.1	1	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.14	良好
	18	0.1	0.1	0.1	1	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.1	良好
比較例	19	0.05	0.1	0.1	0.5	0.15	0.05	0.01	0.01	0.5	0.11	良好
	20	0.05	0.1	0.1	0.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.16	良好
	21	0.05	0.1	0.1	0.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.08	良好
	22	0.05	0.3	0.1	0.7	0.15	0.01	0.01	0.01	0.5	0.07	良好
	23	0.05	0.3	0.1	0.7	0.05	0.01	0.01	0.01	0.1	0.11	良好
	24	0.05	0.3	0.1	0.7	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.07	良好
	25	0.05	0.2	0.3	1	0.15	0.05	0.01	0.01	0.5	0.12	良好
	26	0.05	0.2	0.3	1	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.11	良好
	27	0.05	0.2	0.3	1	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.13	良好
	28	0.3	0.2	0.1	0.7	0.15	0.05	0.01	0.01	0.5	—	抽伸不能
従来例	29	0.2	0.4	0.3	1	0.3	0.05	0.01	0.01	0.5	—	抽伸不能
	30	0.2	0.1	0.4	0.5	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.7	曲げ加工性不良
	31	0.05	0.3	0.2	1.5	0.15	0.05	0.01	0.01	0.5	0.2	曲げ加工性不良
	32	0.1	0.2	0.3	0.5	0.4	0.01	0.01	0.01	0.1	0.15	曲げ加工性不良
	33	0.1	0.3	0.2	0.7	0.3	0.01	0.01	0.01	0.5	—	抽伸不能
	34	0.05	0.1	0.1	1	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.85	良好
	35	0.2	0.3	0.2	0.5	0.01	0.01	0.01	0.01	0.5	0.45	良好
	36	0.05	0.2	0.3	0.7	0.15	0.01	0.01	0.01	0.06	0.5	良好
	37	0.8	0.7	0.1	1.2	—	—	—	—	0.6	0.6	良好

注) 成形性、加工性の“—”は、抽伸不能又は成形不能のため測定できなかったことを示す。

【0016】(2) アルミニウム合金配管材の製造方法  
表2に示すアルミニウム合金に示す本発明組成のアルミニウム合金と本発明成分を外れる比較例合金を溶解鑄造して断面円形形状の鑄塊とし、この鑄塊を610℃で4時間の均質化処理後、長さ1000mmに切断して押し出しピレットとし、これを510～540℃に再加熱して、外径47mmの素管に熱間押し出しし、その後連続抽伸加工を冷間で複数回行って外径8.0mm、肉厚1.0mmの管材に仕上げた。その後表3に示す人工時効処理を行い、表3に示す冷却速度にて供試材を冷却

し、試験片を得た。これらの供試材の配管を市販の水性クーラントに循環試験装置を用いて接続し、88℃、8時間→室温、16時間のサイクル試験を1年間行った。供試材の表面腐食生成物を除去して、材料の腐食状況を評価した。評価は光学顕微鏡により最大孔食深さを焦点深度法にて測定して、その結果を表3に示した。またこの配管材について、前記と同様にして曲げ加工性試験を行った。その結果を表3に示した。

【0017】表3から、合金組成及び、熱処理、冷却速度が本発明範囲内にあるものは耐食性が良好であった。

それに対して、合金組成が本発明範囲内にある比較例 1～3 では、比較例 1 が熱処理温度及び冷却速度が本発明の規定範囲を下回るために、耐食性も劣っておりかつ曲げ加工性も低下している。比較例 2 は、熱処理温度は本発明の範囲にあるが、冷却速度が本発明を逸脱するために、耐食性が劣っている。比較例 3 は、熱処理温度が本発明の範囲を逸脱しているために、冷却速度が本発明例の範囲にあるにも関わらず、耐食性が劣っている。また、比較例 4～6 は、合金成分が本発明の規定の範囲を逸脱している。比較例 4 では、合金成分及び熱処理温度

が本発明例を逸脱しているために、耐食性も劣り、曲げ加工性も劣っている。比較例 5 では、合金成分及び冷却速度が本発明の規定の範囲を逸脱しているために、耐食性も劣り、曲げ加工性も劣っている。比較例 6 では、合金成分が本発明の規定の範囲を逸脱しているために、熱処理温度、冷却速度が本発明の範囲内であっても、耐食性も劣り、曲げ加工性も劣っていた。

【0018】

【表2】

表2 試験片の成分

分類	No	Si	Fe	Cu	Mn	Ti	Mg	Zn	Al
本発明例	1	0.2	0.3	0.1	0.5	0.1	0.3	0.5	残部
	2	0.2	0.2	0.1	0.5	0.3	0.15	-	残部
	3	0.2	0.1	0.3	0.7	0.15	0.15	-	残部
比較例	4	0.2	0.2	0.5	1.5	0.05	0.3	-	残部
	5	0.1	0.3	0.4	0.5	0.05	0.15	0.1	残部

【0019】

【表3】

表3 熱処理温度と耐食試験結果

	合金No	熱処理温度	冷却速度	最大孔食深さ(mm)	曲げ加工性
本発明例	1	330℃、1h	110℃/h	0.11	良好
	2	390℃、4h	150℃/h	0.09	良好
	3	450℃、7h	170℃/h	0.08	良好
比較例	1	300℃、2h	80℃/h	0.7	加工不能
	2	360℃、4h	90℃/h	0.74	良好
	3	460℃、5h	120℃/h	0.95	良好
	4	460℃、4h	100℃/h	1.0	加工不能
	5	380℃、3h	90℃/h	0.75	加工不能
	5	450℃、7h	130℃/h	0.62	加工不能

【0020】

【発明の効果】この様に本発明によれば、自動車用熱交換器のアルミニウム合金配管材としてクラッド材ではなく、単層のベア材であっても、製造時の加工性と優れた

耐食性および曲げ加工性の全てを具備した熱交換器配管材が得られ、熱交換器のコストダウンが図れる等、工業的に顕著な効果が得られる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
C 2 2 F 1/00

識別記号  
6 4 0  
6 5 1  
6 8 3  
6 9 1  
  
6 9 2

F I  
C 2 2 F 1/00

テ-マ-ド (参考)

6 4 0 A  
6 5 1 A  
6 8 3  
6 9 1 B  
6 9 1 C  
6 9 2 A